



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут, автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки
Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-
інтегрованих технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А.Лагоднюк
“ ” _____ 2018р.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

04-03-49

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ PROGRAM OF THE DISCIPLINE

**«Силова електроніка в енергетичних системах та
комплексах»**

Power electronics in power systems and complexes

Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

speciality 141 «Electrical power engineering, electrotechnics and
electromechanics»



Робоча програма навчальної дисципліни «Силова електроніка в енергетичних системах та комплексах» для студентів, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Рівне: НУВГП, 2018. – 15 с.

Розробник: М. І. Клепач, к.ф.-м.н, доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Протокол від "04" вересня 2018 року № 1

Завідувач кафедри _____ Древецький В.В.

" " _____ 2018 року

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

Протокол від "04" вересня 2018 року № 1

Голова науково-методичної комісії _____ Василець С.В.

" " _____ 2018 року

© М.І. Клепач, 2018 р.

© НУВГП, 2018 р.



ВСТУП

Робоча програма дисципліни “Силова електроніка в енергетичних системах і комплексах” спеціальності 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” відноситься до циклу дисциплін загально-професійної підготовки бакалавра та складена відповідно до освітньої програми спеціальності 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”.

Предметом вивчення дисципліни „Силова електроніка в енергетичних системах і комплексах” є сучасні прилади і пристрої силової електроніки в енергетичних системах і комплексах. Отримані в результаті навчання теоретичні знання і практичні навички використовуються при виконанні дипломної роботи бакалавра та дають змогу фахівцям у галузі електроенергетики ефективно вирішувати професійні завдання різної складності.

Вивчення даної дисципліни опирається на знання отримані із попередніх курсів: “Електричні системи та мережі”, “Промислова електроніка”, “Перехідні процеси в електроенергетиці”.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Анотація

Програмою передбачено вивчення характеристик силових напівпровідникових приладів, високоефективних пристроїв перетворення електричної енергії, принципів використання силової електроніки в сучасних системах електропостачання.

Ключові слова: силові напівпровідникові прилади, перетворювачі електричної енергії, компенсатори миттєвої потужності, силові активні фільтри.

Abstract

The program provides for the study of the characteristics of power semiconductor devices, high-efficiency devices for the conversion of electrical energy, principles of the use of power electronics in modern power supply systems.



Національний університет

Keywords: power semiconductor devices, converters of electric energy, instantaneous power compensators, power active filters



Національний університет
водного господарства
та природокористування



1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів, відповідних ECTS: 4	Галузь знань – 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова нормативна	
Модулів: 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів: 4	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	4	5
Загальна кількість годин: 120		Семестр:	
Тижневих годин: 2 години – лекція 2 години – практична робота 2 години – лабораторна робота 4 години – самостійна робота студентів	Рівень вищої освіти: бакалавр	8	9
		Лекції:	
		24 год.	2 год.
		Практичні:	
		16 год	6 год.
		Лабораторні:	
		Самостійна робота:	
		80 год.	112
		ІНДЗ:	
	Вид контролю: 8 семестр – залік	Вид контролю: 9 семестр – залік	

Співвідношення кількості аудиторних годин до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 33 % до 77 %;

для заочної форми навчання – 7 % до 93 %.



2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – є формування у студентів сучасного рівня знань, уміння і навичок використання сучасної елементної бази та пристроїв силових електроніки в електроенергетичних системах і комплексах.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні

знати: елементну базу силових електроніки; будову та принцип дії статичних перетворювачів електричної енергії, методи підвищення економічності і якості електропостачання засобами силових електронної техніки;

вміти: застосовувати набуті знання для аналізу роботи і експлуатації сучасних силових електронних пристроїв, обґрунтовувати вибір нових засобів силових електронної техніки для впровадження в енергетичні системи і комплекси;

мати навички: вибору силових елементів за функціональними вимогами, аналізу структури електронних схем, моделювання систем силових електроніки, налаштування частотних перетворювачів, виявлення недоліків в електронних пристроях та електричних системах.

Роль у підготовці майбутніх фахівців. Отримані в даному курсі знання використовуються при розробленні та експлуатації електронних пристроїв, виборі силових елементів за функціональними вимогами до пристроїв, впровадженні систем силових електроніки для вирішення задач прикладного характеру в сучасних енергетичних системах і комплексах.

Вимоги до навчальної підготовки студентів. Для успішного опанування даної дисципліни студентам необхідні знання з електротехніки, системного аналізу, промислової електроніки та перехідних процесів в енергетичних системах.



МОДУЛЬ I. Активні елементи силовій електроніки

Змістовий модуль 1. Силові напівпровідникові прилади

Тема 1. Силова електроніка в енергетиці. Концепції розвитку. Силова електроніка в перетворювальних системах. Силові електронні пристрої в інтелектуальних системах електропостачання.

Тема 2. Діоди і тиристори. Випрямні діоди. Світлодіоди. Супресори. Частково керовані тиристори. Повністю керовані тиристори.

Тема 3. Силові транзистори. Структура і характеристики біполярних транзисторів. Ключі на польових транзисторах. Біполярні транзистори з ізольованим затвором.

Змістовий модуль 2. Схеми керування силовими напівпровідниковими приладами

Тема 4. Схеми керування тиристорами. Горизонтальний принцип фазово-імпульсного керування. Вертикальний принципи фазово-імпульсного керування. Цифрові системи керування тиристорами.

Тема 5. Схеми керування транзисторами. Види широтно-імпульсної модуляції. Драйвери польових транзисторів та біполярних транзисторів з ізольованим затвором.

Тема 6. Накопичувачі енергії і напівпровідникові модулі. Супер-конденсатори. Супер-акумулятори. Твердотільні реле. Регулятори потужності.

МОДУЛЬ II. Перетворювальні системи силовій електроніки

Змістовий модуль 3. Напівпровідникові перетворювачі електричної енергії

Тема 7. Керовані випрямлячі. Однофазні керовані випрямлячі. Багатофазні керовані випрямлячі.

Тема 8. Статичні інвертори. Автономні інвертори. Мережеві інвертори. Багаторівневі інвертори.



Тема 9. Системи керування електропривода. Перетворювачі частоти електропривода. Векторні перетворювачі частоти. Пристрої плавного пуску.

Змістовий модуль 4. Електронні пристрої електричних мереж

Тема 10. Статичні компенсуючі пристрої. Компенсатори миттєвої реактивної потужності. Компенсатори пульсацій активної потужності.

Тема 11. Активні силові фільтри. Електромагнітна сумісність пристроїв. Структурна схема активного силового фільтра. Конденсатори електричних мереж.

Тема 12. Системи безперебійного живлення. Структурні схеми блоків безперебійного живлення. Системи безперебійного електропостачання.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема	Кількість годин, відведених на:									
	Денна форма					Заочна форма				
	Лекції	Практичні заняття	Самостійну роботу	ІНДЗ	Всього	Лекції	Практичні заняття	Самостійну роботу	ІНДЗ	Всього
МОДУЛЬ I. Активні елементи силової електроніки										
Змістовий модуль 1. Силові напівпровідникові прилади										
Тема 1. Силова електроніка в енергетиці	2		6		5	0.16		9		1
Тема 2. Діоди і тиристори	2		6		8	0.16		9		1
Тема 3. Силові транзистори	2	2	6		10	0.16	0.5	9		1
Змістовий модуль 2. Схеми керування силовими напівпровідниковими приладами										
Тема 4. Схеми керування тиристорами	2	2	6		10	0.16	0.5	9		1

Тема 5. Схеми керування транзисторами	2	2	7		11	0.16	0.5	9		1
Тема 6. Накопичувачі енергії і напівпровідникові модулі	2		7		9	0.16		9		
МОДУЛЬ II. Перетворювальні системи силових електроніки										
Змістовий модуль 3. Напівпровідникові перетворювачі електричної енергії										
Тема 7. Керовані випрямлячі	2	2	7		11	0.16	0.5	9		1
Тема 8. Статичні інвертори	2	2	7		11	0.16	1	9		1
Тема 9. Системи керування електропривода	2	2	7		11	0.16	1	10		1
Змістовий модуль 4. Електронні пристрої електричних мереж										
Тема 10. Статичні компенсуючі пристрої	2	2	7		11	0.16	1	10		1
Тема 11. Активні силові фільтри	2	2	7		11	0.2	1	10		1
Тема 12. Системи безперебійного живлення	2		7		9	0.2		10		
Всього	24	16	80		120	2	6	112		120



5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Тема	Кількість годин	
		Денна ф.	Заочна ф.
1	Розрахунок ключів на біполярних і польових транзисторах.	2	0.75
2	Аналіз систем з фазово-імпульсним керуванням.	2	0.75
3	Аналіз систем з широтно-імпульсним керуванням.	2	0.75
4	Розрахунок керованого випрямляча.	2	0.75
5	Розрахунок інвертора.	2	0.75
6	Налаштування перетворювача частоти електропривода.	2	0.75
7	Розрахунок компенсатора реактивної потужності.	2	0.75
8	Моделювання трифазного інвертора веденого електричною мережею.	2	0.75
Всього		16	6



6. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Тема	Кількість годин	
		Денна ф.	Заочна ф.
1	Характеристики силових елементів перетворювачів.	8	11
2	Методи моделювання пристроїв силової електроніки.	8	11
3	Трансформатори імпульсних блоків живлення.	8	11
4	Згладжуючі фільтри.	8	11
5	Активні випрямлячі.	8	11
6	Багаторівневі інвертори.	8	11
7	Силові електронні модулі.	8	11
8	Аналізатори параметрів електричних мереж.	8	11
9	Електромагнітна сумісність силових пристроїв.	8	12
10	Силова електроніка в інтелектуальних системах електропостачання Smart Grid	8	12
Всього		80	112



7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При викладанні навчальної дисципліни використовуються інформаційно-ілюстративний та проблемний методи навчання.

Лекції проводяться із використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстрацією за допомогою цифрового проектора лекційного матеріалу (рисунків, схем, таблиць тощо).

Практичні заняття проводяться з метою закріплення знань, отриманих на лекціях, шляхом розрахунків електронних пристроїв та отримання практичних навиків.

8. Форми і методи контролю

3. Контроль за засвоєнням знань на практичних заняттях забезпечується перевіркою виконання домашніх завдань, активністю на заняттях.

4. Оцінка модульних контрольних робіт.

6. Підсумковий контроль проводиться у вигляді заліку.

9. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЩО ВИСТАВЛЯЮТЬСЯ СТУДЕНТАМ

Введена європейська кредитно-трансферна система організації навчального процесу зі 100-бальною шкалою оцінювання знань студентів.

8-ий семестр

Сума балів = 100.

- 100 – поточна робота;

Розподіл балів:

а) відвідування лекцій: 12 балів

бал за лекцію;

б) модульні контрольні роботи: 40 балів

1-й модуль 20 балів,

2-й модуль 20 балів;

в) практичні заняття : 48 балів

кожне практичне заняття оцінюються по 6 балів:

- 2 бали – контроль підготовки до заняття, знання теоретичного матеріалу (тестування);
- 2 бали – домашнє завдання;
- 2 бали – робота на занятті;

За участь у науково-дослідній роботі – 4 заохочувальних балів, які додаються до загальної суми, якщо вона менша 100.



Таблиця оцінювання за темами

Поточний контроль, практичні заняття, відвідування лекцій											Сума	
Модуль I						Модуль II						100
ЗМ1			ЗМ2			ЗМ3			ЗМ4			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
8	8	9	8	8	9	8	8	9	9	8	8	
25			25			25			25			

Шкала оцінювання студентів заочної форми навчання

Модуль I	Модуль II	Усього
0-50	0-50	0-100

Шкали оцінювання (залік)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Результат оцінювання (національна шкала)
90 – 100	зараховано
82 – 89	
74 – 81	
60 – 73	
60 – 63	
35 – 59	незараховано з можливістю
0 – 34	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни



10. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Розосереджена генерація в системах електропостачання» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форм навчання. /С.В. Василець.- Рівне: НУВГП, 2017. – 58 с. (04-03-193), <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/6461>.

2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка» (розділ «Електроніка») для студентів напряму підготовки 6.050503 “Машинобудування” денної та заочної форм навчання. / Рудик А.В. – Рівне: НУВГП, 2013. – 51 с. <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/11340>.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я.,ін. Основи технічної електроніки: у 2-х кн. Кн.2. Схемотехніка: Підручник. - Київ: Вища школа, 2007. – 510 с.
2. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Промислова електроніка та мікросхемотехніка: теорія і практикум: Навч. посібник/За ред. А.Г. Соскова. - 2-ге вид., випр.-Київ: Каравела, 2004. – 432 с.
3. Денисюк С.П. І.П. Радиш, В.М. Кабацій, Д.Г. Дерев'янка . Основи електротехніки та електропостачання. Навчальний посібник. - К.: Кондор, 2012.-216 с.
4. Гончаренко, Б.М., Коновалов К.В Електроніка та мікросхемо- техніка: навч. посіб. – Київ: НУХТ, 2006. – 565 с.

Допоміжна література

1. Источники вторичного электропитания с бестрансформаторным входом/ А.А. Бас, В.П. Миловзоров, А.К. Мусолин, Москва: Радио и связь, 2007 – 160 с.
2. Гоблик Н.М., Гоблик В.В. MATLAB в інженерних розрахунках. Навчальний посібник для студентів



- інженерно-технічних спеціальностей. – Львів; НУ"Львівська політехніка", 2010. -132 с.
3. Зиновьев Г.С. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники (электроэнергетический аспект). – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. – 90 с.
 4. Правила користування електричною енергією (ПКЕЕ), затверджені постановою Національної комісії з електроенергетики України (НКРЕ) від 31 липня 1996 року № 28 в редакції постанови НКРЕ від 22.08 2002 року № 928 с.
 5. Б.О.Баховець. Автоматизований електропривод. Навчальний посібник. Рівне НУВГП, 2009. –96 с.
 6. Б.О.Баховець, М.І.Клепач. Електроніка і мікросхемотехніка. Лабораторні роботи: Навчальний посібник. Рівне : Вид-во РДТУ, 1999 р. – 169 с.

11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Інформаційні ресурси

1. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lib.rv.ua/>
2. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php
3. Офіційний сайт фірми Mathworks / [Електронний ресурс].– Режим доступу : <http://www.mathworks.com/help/control/ref/pid.html>
4. Е.И. Сокол, Г.Г.Жемеров, Д.В.Тугай, Силовая электроника и концепция развития энергетики «SMART GRID» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/36225/1/05.pdf>